

Coeficientes de cultivo da melancia nas suas fases fenológicas¹

Crop coefficient of watermelon at different phenologic stages

Alexandre Aires de Freitas² e Francisco Marcus Lima Bezerra³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de cultivo (K_c) da cultivar de melancia Crimson Sweet nos estádios fenológicos vegetativo, floração e desenvolvimento dos frutos e no ciclo total. O experimento foi conduzido em Canindé (CE) no ano agrícola 1997/1998. A evapotranspiração da cultura foi calculada através do método do balanço hídrico, que tem seu fundamento básico na lei da conservação das massas, apresentada por Reichardt (1996). A Evapotranspiração de referência (ET_o) foi calculada através do método do tanque classe A. A análise dos resultados obtidos e para as condições em que foi desenvolvido este experimento, concluiu-se que o método do balanço hídrico, auxiliado pela tensiometria de solo no controle da umidade, mostrou-se viável na determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) e do coeficiente de cultura (K_c), pela confiabilidade dos resultados e relativa facilidade de operação; A ET_c foi de 3,43 mm.dia⁻¹ para o estágio vegetativo, 6,95 mm.dia⁻¹ para o estágio de floração e 4,97 mm.dia⁻¹ para o estágio de desenvolvimento dos frutos; Os valores do coeficiente de cultivo (K_c) foram de 0,52 para o estágio vegetativo, 0,98 para o estágio de floração e 0,95 para o estágio de desenvolvimento dos frutos. O valor médio para o ciclo é de 0,82.

Termos para indexação: *Citrullus lanatus*, evapotranspiração, balanço hídrico, tanque classe A.

ABSTRACT

This study aimed to determine crop coefficient (K_c) of watermelon, Crimson Sweet, at the vegetative, blooming, and fruit development stage. The experiments were carried out in Canindé, Ceará State, Brazil, from 1997 to 1998. Crop evapotranspiration was obtained by the water balance method, whose fundamental basis lays on mass conservation, as presented by Reichardt (1996). Reference evapotranspiration (ET_o) was obtained with a class A pan. Analysis of the results, according to the experimental conditions, leads to the conclusion that the water balance approach, with the help of tensiometers for moisture control, was adequate in determining crop evapotranspiration (ET_c) and crop coefficient (K_c), as given by the reliability of the results and by the simplicity of the operations involved; ET_c was 3.43 mm.day⁻¹ for vegetative stage, 6.95 mm.day⁻¹ for blooming stage, and 4.97 mm.day⁻¹ for fruit development stage; Crop coefficient (K_c) values were 0.52 for vegetative stage, 0.98 for blooming stage, and 0.95 for fruit development stage. Average value for crop cycle was 0.82.

Index terms: *Citrullus lanatus*, evapotranspiration, water balance, class A pan.

¹ Recebido para publicação em 14/05/2003. Aprovado em 17/08/2004.

² Prof. MS Departamento de Recursos Hídricos/Irrigação, CENTEC. E-mail: alexandreadf@globo.com

³ Prof. Dr. Departamento de Engenharia Agrícola, CCA/UFC. E-mail: mbezerra@ufc.br

Introdução

As condições edafoclimáticas do Estado do Ceará favorecem a exploração da melancia entre as culturas predominantes nos Pólos de Desenvolvimento Integrado do Estado, refletindo com isso, crescimento considerável nos últimos anos da área irrigada do Ceará com o cultivo dessa cultura. Esse crescimento se deve, em parte aos bons preços alcançados dessa olerícola tanto no mercado interno quanto externo.

Como se trata de uma cultura incipiente em solo cearense, se fazem necessários estudos sobre o manejo da água, fator que limita o desenvolvimento da agricultura irrigada no Estado.

No manejo das irrigações a evapotranspiração da cultura e os coeficientes de cultivo, nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, são de fundamentais importâncias para um planejamento racional da irrigação, a fim de alcançar um alto controle de água e de utilização dos insumos, tão necessários no mercado globalizado.

Para a cultura da melancia, quando a irrigação não é bem conduzida pode causar danos indesejáveis como salinização do solo, baixa produtividade e qualidade irregular dos frutos. Reichardt (1990) define a evapotranspiração máxima (ET_m) como a máxima perda de água que certa cultura sofre em dado estádio de desenvolvimento, quando não existe restrição de água no solo. A evapotranspiração cultura (ET_c) refere-se às condições em que a água é suficiente para um crescimento e desenvolvimento sem restrição e representa a taxa de evapotranspiração máxima de uma cultura sadia que cresce em grandes áreas sob condições ótimas de manejo agrônômico e de irrigação (Doorenbos e Kassam, 1994). Para Doorenbos e Pruitt (1976), o coeficiente de cultivo é a relação entre a evapotranspiração máxima (ET_m) de uma cultura em qualquer fase do seu desenvolvimento fenológico e sem restrição hídrica e a evapotranspiração de referência (ET_o).

Portanto, na tentativa de fornecer aos produtores da região de Canindé, as informações a respeito da exploração irrigada dessa cultura foi instalado no período de outubro de 1997 a janeiro de 1998, em uma área irrigada, no município de Canindé, um experimento, sob condições de campo, com o objetivo de determinar o coeficiente de cultivo (K_c) da melancia (*Citrullus lanatus* Thumb. Mansf.) cultivar. "Crimson sweet" nos estádios fenológicos vegetativo, floração e desenvolvimento dos frutos e no ciclo total.

Material e Métodos

Caracterização da área experimental e da cultura

O trabalho foi conduzido no sítio Recanto, localizado em Canindé, CE, a uma altitude de 149,7 m, latitude sul de 4°21' e longitude oeste de 39°18', no período de outubro de 1997 a janeiro de 1998, com a cultura da melancia, cultivar Crimson Sweet, de ciclo precoce (60 a 70 dias) e menor susceptibilidade à podridão estilar.

O clima da região é caracterizado como BSh'w', semi-árido com chuvas irregulares segundo a classificação de Köppen (Vianello e Alves, 1991). A precipitação normal da região é de 756,10 mm. Os dados climáticos referentes ao período de execução do ensaio foram obtidos de um posto meteorológico instalado no local do experimento, equipado com anemômetro, termohigrógrafo, pluviômetro e tanque classe A. No período de execução do trabalho, a temperatura máxima variou de 34,1 a 38,5°C, a mínima de 23,8 a 24,5°C, a média de 28,9 a 31,5°C, a umidade relativa do ar de 62,7 a 64,9% e a velocidade do vento de 1,04 a 1,05 m.s⁻¹. A evaporação total foi de 537,22 mm e a precipitação de 38,0 mm.

Características físico-químicas do solo da área experimental

As características físicas do solo da área foram determinadas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC e são apresentados na Tabela 1.

Os parâmetros de ajuste da equação de Van Genuchten [eq. (1)] obtidos através do software SWRC (Dourado Neto et al., 1995) estão apresentados na Tabela 2.

$$\theta_a = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha|\psi_m|)^n\right]^m} \quad (1)$$

em que,

θ_a - umidade do solo, cm³.cm⁻³;

θ_r - umidade residual do solo, cm³.cm⁻³;

θ_s - umidade de saturação do solo, cm³.cm⁻³;

Ψ_m - potencial mátrico da água no solo, Pa, e

α , n e m - parâmetros de ajuste da equação.

Tabela 1 - Características físicas do solo da área experimental.

| Profundidade (m) | Granulometria (%) | | | Classe Textural | Densidade do solo (kg.m ³) |
|---------------------|-------------------|-------|--------|-----------------|---|
| | Areia | Silte | Argila | | |
| 0,10 | 81,12 | 15,47 | 3,41 | Areia franca | 1.610 |
| 0,30 | 80,31 | 12,86 | 6,83 | Areia franca | 1.600 |
| 0,50 | 67,96 | 13,53 | 18,51 | Franco arenoso | 1.650 |
| 0,70 | 77,17 | 13,07 | 9,76 | Franco arenoso | 1.710 |

Tabela 2 - Parâmetros da equação de Van Genuchten para as profundidades 10, 30, 50 e 70 cm do solo experimental.

| Profundidade (cm) | θ_r (cm ³ . cm ⁻³) | θ_s (cm ³ . cm ⁻³) | α (kPa ⁻¹) | m | n |
|----------------------|---|---|----------------------------------|--------|--------|
| 10 | 0,056 | 0,399 | 0,03265 | 0,4356 | 1,7717 |
| 30 | 0,074 | 0,415 | 0,05071 | 0,4096 | 1,6938 |
| 50 | 0,108 | 0,387 | 0,03876 | 0,4312 | 1,7581 |
| 70 | 0,097 | 0,349 | 0,04127 | 0,3896 | 1,6383 |

Instalação do experimento

A área experimental foi preparada com as operações normais de aração, gradagem e marcação das covas. Utilizou-se uma adubação de fundação, orgânica e mineral, em todas as unidades experimentais.

Foram instaladas, aleatoriamente, quatro parcelas experimentais constituídas por 30 plantas espaçadas em 1 m entre plantas e 1,5 m entre linhas, numa área plantas de 1.560 m², com o objetivo de minimizar o efeito da energia advectiva (efeito oásis). Cada parcela ocupou uma área de 45 m², sendo que, a área útil contendo 12 plantas ocupou 18 m², na qual foram feitas todas as medições.

As parcelas foram semeadas no dia 26 de outubro de 1997, colocando-se 4 sementes por cova, deixando após o desbaste uma planta por cova, totalizando trinta plantas em cada unidade experimental. Em cada parcela foi instalada uma bateria com quatro tensiômetros às profundidades de 10; 30; 50 e 70 cm.

Sistema de irrigação e manejo do experimento

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento em faixa contínua, com dois gotejadores

autocompensantes por metro linear e vazão média de 2,30 L.h⁻¹, operando a uma pressão de serviço de 200 kPa. As irrigações foram realizadas durante o dia, iniciando-se no período da manhã após a leitura dos tensiômetros. As lâminas de irrigação foram definidas em função do potencial da água do solo nas profundidades de 10 e 30 cm. As irrigações foram realizadas sempre que em pelo menos três parcelas a umidade do solo era de 0,154cm³.cm⁻³. As lâminas de irrigação foram calculadas para uma profundidade efetiva de 0,40 m.

Os tratos culturais, como capinas e controle de pragas e doenças, foram realizadas no decorrer do ciclo da cultura, a medida em que se tornavam necessários; as capinas foram efetuadas manualmente, com enxada, de acordo com a ocorrência de ervas daninhas e para as aplicações dos defensivos utilizou-se um pulverizador costal, sendo para o controle de pragas e doenças foram usados os defensivos Monocrotophos na dosagem de 0,9 mL do produto para 1 L de água e Manzate na dosagem de 3 g do produto para 1 L de água.

A colheita das unidades experimentais foi realizada no dia 28 de dezembro de 1997, e em 1 e 5 de janeiro de 1998, quando as plantas apresentaram a maioria dos frutos com a gavinha seca e a colheita foi executada de maneira manual.

Estimativa da Evapotranspiração

A evapotranspiração de referência foi obtida através do método do tanque Classe A. A equação utilizada para este método foi apresentada por Pereira et al. (1997):

$$ET_o = K_p \cdot ECA \quad (2)$$

em que,

ECA - evaporação medida diariamente no tanque Classe A, mm.dia⁻¹, e

K_p - coeficiente de ajuste do tanque.

O K_p foi calculado através da equação proposta por Snyder (1992), citado por Pereira et al. (1997) que se segue abaixo:

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(F) + 0,00037 U + 0,0045 UR \quad (3)$$

em que,

F - tamanho da área de bordadura, m;

U - velocidade do vento a 2 m de altura, em km.dia⁻¹;

UR - umidade relativa, em %.

A evapotranspiração da cultura foi estimada mediante o método do balanço hídrico que tem seu fundamento básico na lei da conservação das massas, e apresentada por Reichardt (1996) na forma simplificada como:

$$P + I \pm Q_z \pm ES - ET = \pm \Delta h \quad (4)$$

em que,

P, I, Q_z, ET, ES e Δh, representam respectivamente, precipitação natural (mm), irrigação (mm), drenagem profunda ou ascensão capilar (mm), evapotranspiração da cultura (mm), escoamento superficial (mm) e variação da armazenagem (mm) da água do solo na camada de profundidade de 0 - Z para o intervalo de tempo considerado do balanço.

A equação 4 é comumente utilizada para efeito de balanço hídrico. Entretanto, para seu uso em solos cultivados é necessário considerar uma profundidade do volume de solo em estudo, que corresponde à profundidade efetiva do sistema radicular.

Determinação dos componentes do balanço

Os dados de precipitação pluviométrica utilizados no estudo foram obtidos em pluviômetro instalado no local do experimento.

As lâminas de irrigação foram definidas em função do potencial da água do solo nas profundidades de 10 e 30 cm. As expressões para cada camada foram:

Camada (0 - 20) cm

$$L_{(0-20)} = (\theta_{cc10} - \theta_{a10}) \cdot 200 \quad (5-a)$$

Camada (20 - 40) cm

$$L_{(20-40)} = (q_{cc30} - q_{a30}) \cdot 200 \quad (5-b)$$

em que,

L₍₀₋₂₀₎ e L₍₂₀₋₄₀₎ - lâmina de irrigação para as camadas 0-20 e 20-40 cm respectivamente, (mm);

θ_{cc10} e θ_{cc30} - umidades do solo correspondentes as capacidades de campo nas profundidades de 10 e 30 cm, expressa em cm³.cm⁻³.

Este parâmetro foi determinado em campo durante o ensaio para estimar a condutividade hidráulica do solo. Os valores obtidos foram os seguintes: θ_{cc10} = 0,187 cm³.cm⁻³ e θ_{cc30} = 0,182 cm³.cm⁻³.

θ_{a10} e θ_{a30} - umidade do solo no momento das irrigações, nas profundidades de 10 e 30 cm, respectivamente, em cm³.cm⁻³.

Os componentes de drenagem profunda ou ascensão capilar da água do solo foram calculados para a profundidade de 40 cm através da equação de Buckingham - Darcy (1907) escrita de uma maneira simplificada por Reichardt (1985) como:

$$Q_z = -K(\theta) \cdot \frac{\Delta \psi}{\Delta Z} \quad (6)$$

em que,

K(θ) - condutividade hidráulica em relação ao valor da umidade do solo, cm.dia⁻¹, e

Δψ/ΔZ - gradiente do potencial total da água no solo na profundidade Z, cm.c.a.cm⁻¹.

Aplicando a equação 6 para a profundidade de 40 cm obtemos a seguinte equação:

$$Q_z = -K(\theta)_{40} \left[\frac{\psi_{30} - \psi_{50}}{20} \right]_{40} \quad (7)$$

em que,

$K(\theta)_{40}$ - condutividade hidráulica do solo em função da umidade do solo θ na profundidade 40 cm, cm.dia^{-1} , e

$$\left[\frac{\psi_{30} - \psi_{50}}{20} \right]_{40} \text{ gradiente de potencial total da}$$

água do solo na profundidade de 40cm, sendo ψ_{30} o potencial total da água do solo à 30 cm (cm.c.a.) e ψ_{50} o potencial total da água do solo à 50 cm (cm.c.a.).

Os valores de $K(\theta)_{40}$ foram obtidos mediante um ensaio de campo realizado na área do experimento numa parcela de 49 m², com quatro baterias de tensiômetros de mercúrio nas profundidades de 10; 30; 50 e 70 cm. O ensaio foi conduzido por um período de 40 dias, quando foi determinada a condutividade hidráulica a 40 cm, conforme método de Hillel et al. (1972), modificado por Saunders (1978). A expressão obtida foi a seguinte:

$$K(\theta)_{40} = 4,6708 e^{16,569(\theta - 0,415)} \quad (8)$$

em que,

$K(\theta)_{40}$ - condutividade hidráulica à profundidade de 40 cm, cm.dia^{-1} ;

θ - umidade média do solo entre os tensiômetros à 10 cm e 30 cm, $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$.

A determinação da variação da armazenagem da água do solo na profundidade e no intervalo de tempo considerado foi obtida mediante a expressão (Reichardt, 1985):

$$\Delta h = (\theta_f - \theta_i).Z \quad (9)$$

sendo,

θ_f - umidade média do perfil até 40 cm, no tempo T_f , $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$;

θ_i - umidade média do perfil até 40 cm, no tempo T_i , $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$;

Z - profundidade adotada para o balanço, cm.

Nas condições em que o presente trabalho foi conduzido, o componente ES foi negligenciado, visto que as unidades experimentais foram sistematizadas em nível e com bordos para evitar tal escoamento da água de irrigação.

Determinou-se a componente ET através da explicitação da equação 4 do balanço hídrico:

$$ET = P + I \pm Q_z - (\pm \Delta h) \quad (10)$$

Conforme as condições em que o ensaio foi desenvolvido, a evapotranspiração encontrada pode ser conceituada como evapotranspiração da cultura (ET_c).

Coeficiente de Cultivo (K_c)

O coeficiente de cultivo (K_c), segundo Doorenbos e Pruitt (1976) é obtido através da relação entre a evapotranspiração da cultura da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (11)$$

sendo,

ET_c - evapotranspiração da cultura da cultura, mm.dia^{-1} , e

ET_o - evapotranspiração de referência, mm.dia^{-1} .

Resultados e Discussão

O ciclo da cultura desde a emergência até a colheita teve duração de 69 dias. O desenvolvimento da cultura foi dividido em três estádios fenológicos de acordo com observações de caráter morfológico: Estádio vegetativo; caracterizado pela emergência de plantas e estágio inicial: estendeu-se do 10º dia após a emergência até o início da floração (27 dias após a emergência) com uma duração total de 17 dias, Estádio de floração; caracterizado pela emissão das flores e início da frutificação: estendeu-se do final do ciclo anterior até o início da formação dos frutos (45 dias após a emergência) com uma duração total de 19 dias, Desenvolvimento dos frutos; estendeu-se do final do ciclo anterior até a colheita (69 dias após a emergência) com uma duração total de 24 dias.

A divisão do ciclo da cultura permitiu-nos verificar o seu comportamento evapotranspiratório em cada estágio. Os valores médios das evapotranspirações da cultura (ET_c) e de referência (ET_o) e do coeficiente de cultivo (K_c) obtidos no trabalho estão contidos na Tabela 3. Observa-se que no estágio vegetativo a evapotranspiração da cultura média é de 3,43 mm.dia^{-1} . Para os estádios de floração e desenvolvimento dos frutos obteve-se 6,95 mm.dia^{-1} e 4,97 mm.dia^{-1} , respectivamente.

Esses valores médios obtidos nas parcelas experimentais estudadas comparam-se ao valor encontrado por Ferreira (1990), utilizando o método do

balanço hídrico em Pentecoste (CE), de $6,50 \text{ mm.dia}^{-1}$ para a evapotranspiração cultura da melancia, contra $5,16 \text{ mm.dia}^{-1}$ para esse experimento. Os valores de ET_c nos estádios de floração e desenvolvimento dos frutos diferiram dos obtidos por Bezerra e Oliveira (1999) para as condições de Fortaleza, CE.

O coeficiente de cultivo (K_c) é um referencial de grande importância, podendo ser usado em outras regiões, com características edafoclimáticas semelhantes às de Canindé. As parcelas apresentaram comportamentos semelhantes com relação ao K_c , embora a parcela 1 tenha tido um desempenho um pouco superior às demais durante o estágio de desenvolvimento dos frutos. Com os valores obtidos nas quatro parcelas e considerando os três estádios fenológicos os valores médios para o coeficiente de

cultivo (K_c) da melancia são: 0,52 no estágio vegetativo, 0,98 para o estágio de floração e 0,95 para o estágio de desenvolvimento dos frutos. Esses valores de K_c se assemelham aos apresentados por Doorenbos e Kassam (1994): 0,70-0,80 para a fase vegetativa, 0,95-1,05 para a fase de floração e 0,80-0,90 para o final do ciclo. O valor do K_c médio obtido para todo o ciclo de 0,82 também está dentro da faixa recomendada pelos autores acima que vai de 0,75-0,85. Aproxima-se, também, do observado por Ferreira (1990) para a cultura da melancia em Pentecoste (CE) de 0,96. Entretanto, diferiram dos resultados obtidos por Bezerra e Oliveira (1999) que encontram um K_c variando de 0,60 - 0,68 para o estágio vegetativo; de 1,09 - 1,39 para o estágio de floração e de 1,01 - 1,18 para o de frutificação.

Tabela 3 - Evapotranspiração da cultura (ET_c) acumulada e diária, da evapotranspiração de referência (ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c) nos estádios fenológicos da melancia.

| Período (dia) | DAE* | Estádio fenológico | ET_c (mm) | ET_c (mm.dia ⁻¹) | ET_o (mm.dia ⁻¹) | K_c |
|------------------|---------|-----------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 8 a 16/11 | 10 – 18 | Vegetativo | 28,75 | 3,19 | 6,94 | 0,46 |
| 17 a 24/11 | 19 – 26 | Vegetativo | 29,62 | 3,70 | 6,47 | 0,57 |
| 25 a 29/11 | 27 – 31 | Vegetativo | 22,79 | 4,56 | 6,55 | 0,70 |
| 30/11 a 4/12 | 32 – 36 | Floração | 33,13 | 6,63 | 7,49 | 0,89 |
| 5 a 9/12 | 37 – 41 | Floração | 42,67 | 8,53 | 7,63 | 1,12 |
| 10 a 13/12 | 42 – 45 | Floração | 33,55 | 8,39 | 6,89 | 1,22 |
| 14 a 17/12 | 46 – 49 | Frutificação | 26,53 | 6,63 | 5,83 | 1,14 |
| 18 a 21/12 | 50 – 53 | Frutificação | 27,40 | 6,85 | 6,48 | 1,06 |
| 22 a 27/12 | 54 – 59 | Frutificação | 32,03 | 5,34 | 6,25 | 0,85 |
| 28/12 a 06/01 | 60 – 69 | Frutificação | 33,34 | 3,33 | 4,49 | 0,74 |

* DAE - Dias após a emergência.

Conclusões

O método do balanço hídrico, auxiliado pela tensiometria de solo no controle da umidade, mostrou-se viável na determinação da evapotranspiração cultura (ET_c) e do coeficiente de cultivo (K_c), pela confiabilidade dos resultados e relativa facilidade de operação;

A evapotranspiração da cultura foi de $3,43 \text{ mm.dia}^{-1}$ para o estágio vegetativo, $6,95 \text{ mm.dia}^{-1}$ para o estágio de floração e $4,97 \text{ mm.dia}^{-1}$ para o estágio de desenvolvimento dos frutos;

Os valores do coeficiente de cultivo (K_c) foram de 0,52 para o estágio vegetativo, 0,98 para o estágio de floração e 0,95 para o estágio de desenvolvimento dos frutos. O valor médio para o ciclo é de 0,82.

Agradecimentos

A FUNCAP, Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa, pelo apoio financeiro concedido.

Referências Bibliográficas

- BEZERRA, F. M. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura nos estádios fenológicos da melancia irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v.2, n.2, p.132-135, 1999.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de H. R.

Gueyi, A. A. de Sousa, F. A. V. Damasceno, J. F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Las necesidades de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1976. 194p. (Estudo FAO: Riego y drenage, 24).

DOURADO NETO, D.; NIELSON, D. R.; HOPMANS, J. W.; PARLANGE, M. B. Soil water retention curve, version 1.00, Davis. **Disquete ...1995**.

FERREIRA, L. N. de M. **Determinação da evapotranspiração atual e potencial da cultura da melancia**. 1990, 66 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.:il.

REICHARDT, K. **Á água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Departamento de física e Meteorologia. Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, USP. 1996, 513p.

REICHARDT, K. **Processo de transferência no sistema solo – planta – atmosfera**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 466p.

SAUNDERS, L. C. U. **Métodos de determinação e variabilidade espacial da condutividade hidráulica sob condição de campo**. 1978. 71 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1991. 449p.:il.